

1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-189510
 (43)Date of publication of application : 05.07.2002

(51)Int.CI. G05B 19/4097
 B23Q 15/00
 G05B 19/4093

(21)Application number : 2000-390111

(71)Applicant : MORI SEIKI CO LTD
 INTELLIGENT MANUFACTURING SYSTEMS
 INTERNATL

(22)Date of filing : 22.12.2000

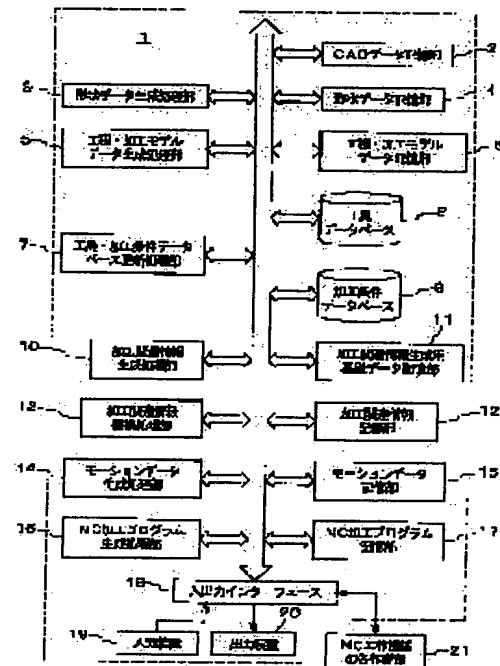
(72)Inventor : SUMINO MICHIIKO

(54) WORKING RELEVANT INFORMATION PREPARATION DEVICE AND NUMERICAL CONTROLLER EQUIPPED WITH THE SAME DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a working relevant information generating device capable of quickly and accurately generating tool path data from CAD data, and automatically generating work information necessary for actual working.

SOLUTION: This device is provided with a process/working model data generation processing part 5 for setting a working process and a working area in each working process by extracting the featured data of a worked product from CAD data, and for generating raw material data and a working model in each working process, a process/working model data storing part 6 for storing the generated process data and working model data, a tool data base 8, a working condition data base 9, a working relevant information generation processing part 10 for generating tool path data based on the process data, raw material data, working model data, tool data, and cutting condition data, and generating virtual work shape data after the end of each process, and generating working work information based on the generated process data, raw material data, tool path data, and virtual work shape data, a working relevant information storing part 12 for storing the generated data, and an output means 20 for outputting the data stored in the working relevant information storing part 10 to the outside.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl.⁷
 G 0 5 B 19/4097
 B 2 3 Q 15/00
 G 0 5 B 19/4093

識別記号
 3 0 1

F I
 G 0 5 B 19/4097
 B 2 3 Q 15/00
 G 0 5 B 19/4093

マークト(参考)
 C 5 H 2 6 9
 3 0 1 J
 D

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全14頁)

(21)出願番号 特願2000-390111(P2000-390111)
 (22)出願日 平成12年12月22日(2000.12.22)

(71)出願人 000146847
 株式会社森精機製作所
 奈良県大和郡市北郡山町106番地
 (71)出願人 300035331
 インテリジェント マニュファクチャリング システムズ インターナショナル
 米国 カリフォルニア州 95814 サクラメント セブンストリート 1500番地
 7号の0
 (74)代理人 100104662
 弁理士 村上 智司

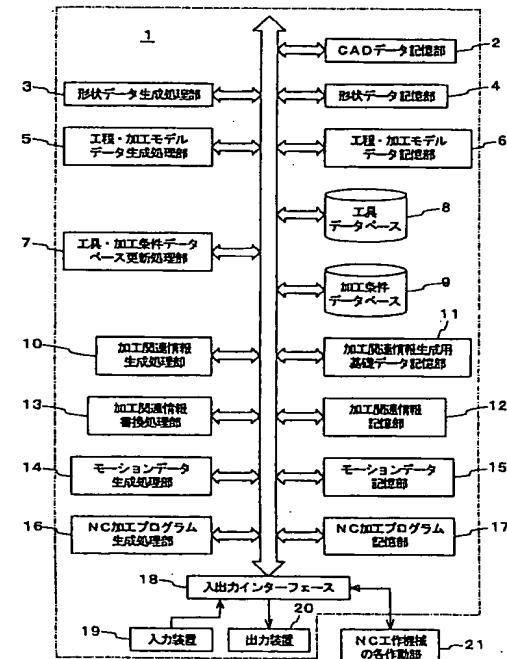
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 加工関連情報生成装置、及びこれを備えた数値制御装置

(57)【要約】

【課題】 CADデータから迅速、正確にツールパスデータを生成でき、実加工に必要な作業情報を自動的に生成できる加工関連情報生成装置などを提供する。

【解決手段】 CADデータから加工製品の特徴データを抽出して加工工程及び各加工工程毎に加工領域を設定し、素材データ及び各加工工程毎の加工モデルを生成する工程・加工モデルデータ生成処理部5と、生成された工程データ及び加工モデルデータを記憶する工程・加工モデルデータ記憶部6と、工具データベース8と、加工条件データベース9と、工程データ、素材データ、加工モデルデータ、工具データ、切削条件データを基にツールパスデータを生成し、各工程終了後の仮想ワーク形状データを生成するとともに、生成された工程データ、素材データ、ツールパスデータ及び仮想ワーク形状データを基に加工作業情報を生成する加工関連情報生成処理部10と、生成されたデータを記憶する加工関連情報記憶部12と、加工関連情報記憶部10に格納されたデータを外部に出力する出力手段20とを設ける。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 NC工作機械における工具の移動経路及び切削条件などのデータからなるツールパスデータ、並びにその他の加工に関連するデータから構成される加工関連情報を自動的に生成する装置であって、
 CADを用いて作成された加工製品の形状データに基づいて、少なくとも前記加工製品の3次元形状に関する特徴データを抽出した後、得られた特徴データに応じて加工工程を設定し、該各加工工程毎に加工領域を設定するとともに、素材データ及び前記各加工工程毎の加工モデルを生成する工程・加工モデルデータ生成処理部と、
 前記工程・加工モデルデータ生成処理部によって生成された工程データ、素材データ及び加工モデルデータを記憶する工程・加工モデルデータ記憶部と、
 工具に関するデータを記憶した工具データベースと、
 素材材質及び工具材質に応じた切削条件、特徴形状に応じた加工法等の加工条件データを記憶した加工条件データベースと、
 前記工程・加工モデルデータ記憶部に格納された工程データ、素材データ及び加工モデルデータ、前記工具データベースに格納された工具データ、並びに前記加工条件データベースに格納された加工条件データを基に、前記各工程において使用される工具、各工程において適用される切削条件、各工程の加工法、及び各工程における工具の移動経路などを含んで構成されるツールパスデータを生成し、各工程終了後のワーク形状に関する仮想ワーク形状データを生成するとともに、生成された前記工程データ、素材データ、ツールパスデータ及び仮想ワーク形状データを基に加工作業情報を生成する加工関連情報生成処理部と、
 前記加工関連情報生成処理部によって生成されたデータを記憶する加工関連情報記憶部と、
 加工関連情報記憶部に格納されたデータを外部に出力する出力手段とを設けて構成したことを特徴とする加工関連情報生成装置。

【請求項2】 前記加工関連情報生成処理部によって生成されたツールパスデータを基に、NC加工プログラムを生成するNC加工プログラム生成処理部を更に備え、前記出力手段が、前記NC加工プログラム生成処理部によって生成されたNC加工プログラムを外部に出力するように構成されてなる請求項1記載の加工関連情報生成装置。

【請求項3】 前記加工関連情報生成処理部によって生成されたツールパスデータを基に、NC工作機械のサーボ機構などを駆動するためのモーションデータを生成するモーションデータ生成処理部を更に備え、前記出力手段が、前記モーションデータ生成処理部によって生成されたモーションデータを外部に出力するように構成されてなる請求項1又は2記載の加工関連情報生成装置。

【請求項4】 工具の移動経路及び切削条件などのデータからなるツールパスデータに基づいて、NC工作機械の作動を制御する数値制御装置であって、前記請求項1乃至3記載のいずれかの加工関連情報生成装置と、前記加工関連情報生成処理部によって生成されたツールパスデータに基づき順次処理を実行して前記NC工作機械の作動を制御する実行処理部とを設けて構成したことを特徴とする数値制御装置。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、NC工作機械における工具の移動経路及び切削条件などのデータからなるツールパスデータ、並びにその他の加工に関連するデータから構成される加工関連情報を自動的に生成する加工関連情報生成装置、並びにこの加工関連情報生成装置を備えた数値制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、上記ツールパスデータを自動的に生成する装置として、CAM (Computer aided manufacturing) 手法を用い、CAD (Computer aided design) によって作成された加工製品の設計データから上記ツールパスデータを生成する装置が知られている。

【0003】 CADにより作成される設計データ（以下、CADデータという）は、加工後の製品の最終的な形状及び寸法などを示す形状データ、例えば座標データ、数式データといったデータや寸法線などに関するデータからなる。ツールパスデータ生成装置は、このようなCADデータから製品の形状データのみを抽出した後、製品形状が円形なのか、矩形なのか、円柱形なのか、角柱形なのか、凸曲面なのか、或いは凹曲面なのかといった製品形状の特徴や、使用工具、切削条件といった加工法に関するデータなど、ツールパスデータを生成するため必要なデータを、適宜入力装置を用いたオペレータからの入力によって受け取り、この入力されたデータ及び前記CADデータから抽出された形状データを基にしてツールパスデータを生成する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上述した従来のツールパスデータ生成装置においては、ツールパスデータを生成するために必要なデータである、製品形状の特徴に関するデータや加工法に関するデータを、オペレータが入力するように設けられているので、かかるデータの入力に長時間を要し、そのために当該製品の加工に長時間を要するという問題があった。また、上記データ入力の人為的なミスを完全に防止することは困難であり、そのために加工品が不良品となったり、或いは治工具が損傷するといった問題を生じる。これらのこととは、金型加工のように一品製作となる加工の場合に、特に大きな問題となる。

【0005】また、前記ツールパスデータ生成装置によって生成されたツールパスデータを基にNC加工プログラムを生成し、このNC加工プログラムを用いNC工作機械で加工を行った際に、工具のビビリや加工での過負荷等によって期待した結果が得られなかつた場合、長時間を要する原因追究を行つた後でNC加工プログラムを修正する必要があり、また、かかる修正作業を行うためにはツールパスデータ生成装置における処理の初期段階まで遡つて作業しなければならない。その結果、NC加工プログラムを再出力するまでに長時間を要し、その間、工作機械を停止させなければならないため、生産性が落ちるという問題を生じていた。

【0006】また、上述したように、従来のツールパスデータ生成装置では、ツールパスデータの生成に用いられる使用工具や切削条件といったデータをオペレータが入力するようになっている。したがつて、使用する工具や工具ホルダの種類、更にはこれらのセッティング（工具の突き出し量）などの条件について、オペレータがこれを予め設定する必要があり、実際の加工に際しては、加工者が設定された条件にしたがつて工具などを準備する必要がある。このため、従来は、オペレータが設定した上記条件（加工作業情報）を作業シートに纏め、これを加工者に提供するようにしていた。

【0007】しかしながら、上記作業シートの作成には、それ相応の時間を要するため、加工時間の短縮のためには、これらの作業について出来得る限り合理化するのが好ましい。とりわけ、上述した金型加工のように一品製作となる加工の場合には、ロスが大きくなるため、かかる作業の合理化が望まれる。また、作成に際し、人為的なミスも起こり得ることから、これに起因した重大な事故を生じる可能性もある。

【0008】本発明は以上の実情に鑑みなされたものであつて、CADデータを基にして迅速かつ正確にツールパスデータを生成することができ、しかも実加工の際に必要な作業情報を自動的に生成することが出来る加工関連情報生成装置、並びにこれを備えた数値制御装置の提供を目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段及びその効果】上記目的を達成するための本発明の請求項1に記載した発明は、NC工作機械における工具の移動経路及び切削条件などのデータからなるツールパスデータ、並びにその他の加工に関連するデータから構成される加工関連情報を自動的に生成する装置であつて、CADを用いて作成された加工製品の形状データに基づいて、少なくとも前記加工製品の3次元形状に関する特徴データを抽出した後、得られた特徴データに応じて加工工程を設定し、該各加工工程毎に加工領域を設定するとともに、素材データ及び前記各加工工程毎の加工モデルを生成する工程・加工モデルデータ生成処理部と、前記工程・加工モデルデータ生

成処理部によって生成された特徴データ、加工工程、加工領域等の工程データ、素材データ及び加工モデルデータを記憶する工程・加工モデルデータ記憶部と、工具に関するデータを記憶した工具データベースと、素材材質及び工具材質に応じた切削条件、特徴形状に応じた加工法等の加工条件データを記憶した加工条件データベースと、前記工程・加工モデルデータ記憶部に格納された工程データ、素材データ及び加工モデルデータ、前記工具データベースに格納された工具データ、並びに前記加工条件データベースに格納された加工条件データを基に、前記各工程において使用される工具、各工程において適用される切削条件、各工程の加工法、及び各工程における工具の移動経路などを含んで構成されるツールパスデータを生成し、各工程終了後のワーク形状に関する仮想ワーク形状データを生成するとともに、生成された前記工程データ、素材データ、ツールパスデータ及び仮想ワーク形状データを基に加工作業情報を生成する加工関連情報生成処理部と、前記加工関連情報生成処理部によつて生成されたデータを記憶する加工関連情報記憶部と、加工関連情報記憶部に格納されたデータを外部に出力する出力手段とを設けて構成したことを特徴とする加工関連情報生成装置に係る。

【0010】本発明に係る加工関連情報生成装置によると、まず、工程・加工モデルデータ生成処理部において、CADにより作成された加工製品の設計データから、ツールパスデータの生成に必要な、例えば、寸法線などのデータが除去され、ツールパスデータの生成に必要な形状データのみが抽出された後、抽出された形状データから、少なくとも加工製品の3次元形状に関する特徴が抽出される。なお、ここに云う3次元形状の特徴とは、加工製品の3次元形状が、円形なのか、矩形なのか、円柱形なのか、角柱形なのか、凸曲面なのか或いは凹曲面なのかといった形状的な特徴を意味している。

【0011】つぎに、抽出された特徴データを基に、得られた特徴データに応じて加工工程及び各加工工程毎の加工領域が設定される。具体的には、各特徴形状毎に加工領域を設定し、設定された各加工領域について荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工といった工程を設定したり、或いは同一工具で加工可能な領域を一つの加工領域としてそれぞれ荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工といった工程を設定する手法がとられる。また、前記加工製品の形状データを基に、素材形状と、各加工工程における加工終了後の加工モデル形状が生成される。尚、素材形状や加工モデル形状は、加工製品形状に各加工工程における加工代を順次オフセットすることによって得られる。そして、生成された特徴データ、加工工程、加工領域等の工程データ、素材データ及び加工モデルデータが工程・加工モデルデータ記憶部に格納される。

【0012】次に、加工関連情報生成処理部において、前記工程・加工モデルデータ記憶部に格納された工程デ

ータ、素材データ及び加工モデルデータ、前記工具データベースに格納された工具データ、並びに前記加工条件データベースに格納された加工条件データを基に、前記各工程において使用される工具、各工程において適用される切削条件、各工程の加工法、及び各工程における工具の移動経路などを含んだツールパスデータが生成される。尚、ここに云う加工法は、等高線加工や走査線加工、円弧補間、直線補間や切込み方向といった加工モード、所定加工サイクルの繰り返し加工における送りピッチ、各加工領域の加工順序などを内容とするものである。

【0013】また、各工程終了後のワーク形状たる仮想ワーク形状データが生成され、前記工程・加工モデルデータ生成処理部において生成された前記工程データ、素材データ、並びに前記ツールパスデータ及び仮想ワーク形状データを基に加工作業情報が生成される。尚、ここに云う加工作業情報とは、段取作業に必要な工具情報や切削油使用の有無などの情報の他、切削条件、加工見積時間、工具消費量、工具寿命予測情報、加工後のワーク形状など加工に関連する全ての情報の内、少なくとも1以上のものが含まれる。

【0014】そして、以上のようにして生成されたツールパスデータや加工作業情報が加工関連情報として加工関連情報記憶部に格納され、格納されたデータが要求に応じて出力手段を介し、画像や文字情報として表示若しくは印字により、又は電子データのまま外部に出力される。

【0015】このように、この発明によれば、ツールパスデータを生成するために、加工製品の特徴形状に関するデータや、使用工具、切削条件といった加工法に関するデータなどを、オペレータが入力する必要が無く、したがって、かかるデータ入力の時間が不要であり、このため、ツールパスデータを迅速に生成することができ、ひいては当該加工製品を迅速に加工することができるという効果が奏される。また、人為的な入力ミスも起こり得ないため、かかる入力ミスによって加工製品が不良品となったり、或いは治工具が損傷するといった問題が生じることもない。そして、このような本発明の効果は、特に、金型加工のような一品製作となる加工において顕著なものとなる。

【0016】尚、本発明におけるツールパスデータとは、NC工作機械における工具の移動経路、回転数、移動速度に関するデータなどNC工作機械を動作させる全ての情報を含むものであって、後にNC加工プログラムやサーボ機構などを直接駆動するためのモーションデータを生成するための基礎となるデータを意味する。

【0017】また、加工の段取に必要な情報を含む加工関連情報を自動的に生成することができるので、作業シートの作成作業における人為的なミスを防止し、合理化を図ることが出来る。また、このようにして生成される

加工関連情報を活用することで、加工の際の段取を容易且つ短時間の内に行うことができ、更に、加工時間を予め把握することにより、最適な加工時間帯（昼間又は夜間）を選択するといったことも可能となる。即ち、短時間で加工が終了すると判れば有人運転時間中に加工を行い、その終了後に、次のワークの加工又は段取りを行うことができ、生産性が向上する。一方、加工に長時間を要すると判れば夜間の無人運転時間帯を選択して加工を行うことができる。また、必要工具本数や加工時間が判ることからワーク完成にかかる費用を加工前に算出することができ、費用見積を素早く提出することができる。

【0018】尚、上記加工関連情報生成処理部によって生成されたツールパスデータは、請求項2に係る発明のように、NC加工プログラム生成処理部を設け、これをNC加工プログラムに変換して外部に出力するようしたり、請求項3に係る発明のように、モーションデータ生成処理部を設け、これをモーションデータに変換して外部に出力するようになると良い。このようにすれば、得られた加工プログラムやモーションデータをオンラインによりNC工作機械の数値制御装置に直接入力したり、或いはフロッピー（登録商標）ディスクなどの記録媒体を介して数値制御装置に入力することができる。このように、これらの発明によると、ツールパスデータの生成をNC工作機械に連動させないで、即ちオフラインで行うことができるため、NC工作機械の稼働率を向上させることができる。尚、ここに云うモーションデータはNC工作機械のサーボ機構などを直接駆動するためのデータを意味する。

【0019】一方、本発明の請求項4に係る発明のように、生成されたツールパスデータを基に即時これを実行、処理することによって、加工することもできる。尚、請求項4に係る発明は、工具の移動経路、切削条件等を含むツールパスデータに基づいて、NC工作機械の作動を制御する数値制御装置であって、前記請求項1乃至3記載のいずれかの加工関連情報生成装置と、前記加工関連情報生成処理部によって生成されたツールパスデータに基づき順次処理を実行して前記NC工作機械の作動を制御する実行処理部とを設けて構成したことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的な実施形態について添付図面に基づき説明する。

【0021】（第1の実施形態）まず、本発明の第1の実施形態について図1に基づき説明する。図1は、本実施形態に係る数値制御装置の主要な構成を示したプロック図である。

【0022】同図に示すように、本例の数値制御装置1は、バスラインを介して相互に接続された形状データ生成処理部3、工程・加工モデルデータ生成処理部5、工具・加工条件データベース更新処理部7、加工関連情報

7
生成処理部10、加工関連情報書換処理部13、モーションデータ生成処理部14及びNC加工プログラム生成処理部16の各処理部、CADデータ記憶部2、形状データ記憶部4、工程・加工モデルデータ記憶部6、工具データベース8、加工条件データベース9、加工関連情報生成用基礎データ記憶部11、加工関連情報記憶部12、モーションデータ記憶部15及びNC加工プログラム記憶部17の各記憶部、出入力インターフェース18、並びにこの出入力インターフェース18に接続される入力装置19及び出力装置20を備えてなる。そして、前記入出力インターフェース18に外部装置としてのNC工作機械の各作動部21が接続されている。以下、各部の詳細について説明する。

【0023】前記CADデータ記憶部2は、オンラインにより若しくはフロッピーディスクなどの記録媒体を介して入力装置19から入力される加工製品に関するCADデータを格納する機能部である。CADデータは本例の数値制御装置1とは別体の装置を用いて作成されるもので、加工後の製品の最終的な形状や寸法を示す設計データなどからなり、例えば製品形状についての座標データや数式データの他、仕上面精度、素材材質や素材形状といったデータからなる。尚、このCADデータには、通常、ツールパスデータの生成に不必要的、例えば、寸法線などについてのデータも含まれている。

【0024】前記形状データ生成処理部3は、上記のようにしてCADデータ記憶部2に格納されたCADデータから、寸法線に係るデータなどツールパスデータの生成に不必要的データを除去して、当該ツールパスデータの生成に必要なデータのみを抽出する処理部である。そして、この形状データ生成処理部3において抽出された形状データが上記形状データ記憶部4に格納される。形状データ記憶部4に格納される形状データを基に、これを視覚できるように表示した製品形状の一例を図4に示す。図示するように、この加工製品（ワーク）30は表面が波打ったような状態の波状曲面部31（自由曲面）、並びにこの波状曲面部31に形成された凸部（四角錐体）32及び凹部33から構成されている。

【0025】前記工程・加工モデルデータ生成処理部5は、図2に示した処理を順次実行する。具体的には、まず、形状データ記憶部4に格納された形状データを読み込み（ステップS1）、この形状データによって設定される領域の中から加工を行うべき領域を認識する（ステップS2）。

【0026】ついで、認識された加工領域内における加工製品の3次元形状に関する特徴を抽出する（ステップS3）。特徴抽出処理は、前記形状データから直接抽出される当該領域における比較的単純な形状要素、例えば、円柱形状や角柱形状といった形状要素を抽出する比較的簡単な処理の単純形状抽出処理と、前記形状データから直接抽出することができない自由曲面などについて

当該領域における特徴形状を抽出するという複雑な処理である自由曲面特徴形状抽出処理の2つの処理からなる。

【0027】ここで自由曲面特徴形状抽出処理についてもう少し詳しく説明すると、本例では、面積投射法を用いて当該抽出処理を実行している。この面積投射法を用いた抽出処理は、図5に示すように、微小三角形で構成される仮想像を上記形状データから得られるワーク表面に投射した後、ワーク表面に結像された微小三角形に法線を設定し、設定された各法線の方向を分析して当該部分の形状特徴を抽出するというものである。尚、図5は、図4に示したワーク30に前記仮想像を投射した状態を示している。

【0028】例えば、図6に示すように、円錐台形状をした形状部分34は当該部分についての各法線35が互いに交差することなく放射状に広がった状態となり、また、図7に示すように、垂直面を有する形状部分36は当該部分についての各法線37が全て水平となり、また、図8に示すように、傾斜面を有する形状部分38は当該部分についての各法線39が全て所定の角度を持ったものとなり、また、図示は省略するが、凹形状の場合は各法線が交差する。したがって、かかる法線の方向を分析することにより該当領域における特徴形状を決定することができる。自由曲面特徴形状抽出処理においては、このような手法により特徴形状を抽出する。

【0029】次に、上記のようにして抽出された特徴データを基に、得られた特徴データに応じて加工工程及び各加工工程毎の加工領域を設定する（ステップS4）。この処理には、各特徴形状毎に加工領域を設定し、設定された各加工領域について荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工といった工程を設定したり、或いは同一工具で加工可能な領域を一つの加工領域としてそれぞれ荒加工、中仕上げ加工、仕上げ加工といった工程を設定する手法がとられる。

【0030】ついで、加工製品の形状データを基に、素材形状と、各加工工程における加工終了後の加工モデル形状を生成し（ステップS5）、得られた特徴データ、加工工程データ、素材データ及び加工モデルデータを前記工程・加工モデルデータ記憶部6に格納して処理を終了する（ステップS6）。

【0031】工具データベース8は、工具や工具ホルダの種類（型式、材質など）、工具径、工具長といった寸法データやこれらの画像データなどからなる工具情報を記憶する機能部であり、また、加工条件データベース9は、特徴形状に応じた加工モード（等高線加工、走査線加工、直線補間、円弧補間、エアカットの回避処理種別などの加工法）、素材材質に応じ各工具種類ごとに設定された切削速度、回転当りの切削量や取り代などからなる加工条件データを記憶する機能部であり、それぞれ各データが前記入力装置19から入力される。

【0032】前記加工関連情報生成処理部10は、前記工程・加工モデルデータ記憶部6に格納された特徴データ、工程データ、素材データ及び加工モデルデータ、工具データベース8に格納された工具データ、並びに加工条件データベース9に格納された加工条件データを基に、ツールパスデータやその他の加工関連情報を生成する処理を行う。

【0033】具体的には、加工関連情報生成処理部10は、図3に示した処理を実行する。即ち、まず、ステップS11においてカウンタnを初期化し(n=1)、ついでステップS12において前記工程・加工モデルデータ記憶部6に格納されたn工程目の特徴データ、工程データ、加工前の加工モデルデータ(但し、1工程目は素材データ)及び加工後の加工モデルデータを読み込む。

【0034】次に、読み込んだ加工モデルデータを解析して、相互に交差する2面について、その交差部のR(半径)寸法を抽出し、抽出されたR寸法から最小のものを決定し(ステップS13)、決定されたR寸法を基に、当該工程で使用可能な工具の直径(最小R寸法以下)を決定した後、決定された工具の直径及び加工モデルデータから得られる他の寸法データ(例えば、穴加工がある場合には、穴の深さ寸法など)を基に、前記工具データベース8を検索し、当該工程で使用することができる工具(工具ホルダを含む)を抽出して使用工具を決定し、決定した使用工具データを加工工程毎に前記加工関連情報生成用基礎データ記憶部11に格納する(ステップS14)。

【0035】次に、決定された使用工具データ、前記特徴データ、工程データ及び素材データを基に、前記加工条件データベース9を検索して当該工程の加工条件を決定し、決定した加工条件を加工工程毎に前記加工関連情報生成用基礎データ記憶部11に格納する(ステップS15)。即ち、前記特徴データを基に、各加工領域について、最適な加工モード、切削条件などを設定し、当該工程が所定加工サイクルの繰り返し加工を行う場合には、仕上面粗度などからその送りピッチを設定し、複数の加工領域において共通した工具が用いられる場合には、この加工領域がなるべく連続して加工されるようになるなど、加工効率を考慮して各加工領域の加工順序を決定する。

【0036】次に、上記使用工具データ、特徴データ、工程データ、素材データ及び加工モデルデータを基に、各加工領域について、設定された加工順序に従って順次、工具の移動経路、回転数、移動速度等の内容を含むツールパスデータを生成し、生成したツールパスデータを加工工程毎に前記加工関連情報生成用基礎データ記憶部11に格納する(ステップS16)。

【0037】次に、生成されたツールパスデータを基に加工シミュレーションを実施して加工条件の最適化を図るとともに、シミュレーションを実施して得られた加工

後のワーク形状(仮想ワーク形状)データを加工工程毎に前記加工関連情報生成用基礎データ記憶部11に格納する処理を行う(ステップS17)。尚、加工関連情報生成用基礎データ記憶部11には、素材形状データも格納される。

【0038】次に、上述のようにして生成され、前記加工関連情報生成用基礎データ記憶部11に格納された各データを基に、当該加工工程における工具の消費量、工具が摩耗限界に至る時間(見積)、加工準備に要する時間(見積)、加工に要する時間(見積)や加工コスト(見積)を算出するとともに、これらを当該加工工程前後のワーク形状(画像情報)や工具のセットアップ情報(型式や画像情報)などとともに集約した加工作業情報を生成し、生成した加工作業情報と前記ツールパスデータとを加工関連情報として加工関連情報記憶部12に格納する(ステップS18)。

【0039】加工関連情報生成処理部10は、以上の処理を全ての加工工程について実施して、上述した各データを各加工工程毎に生成し、生成した各加工工程の加工関連情報を加工関連情報記憶部12に格納して、処理を終了する(ステップS19、S20)。

【0040】かかる加工関連情報生成処理部10によって生成される加工関連情報の一例を図9～図17に示す。図9～図11に例示したものは、荒加工工程、中仕上げ加工工程、仕上げ加工工程の各工程における工具セットアップ情報(工具段取情報)を集約したものであり、各工程における加工前及び加工後のワーク画像、工具及び工具ホルダ類の型式、メーカ、寸法や画像、工具番号、補正番号などが表形式で集約されている。また、図12～図16に例示したものは、各加工工程における加工内容を集約したものであり、加工後のワーク画像、工具の番号及び寸法、切削条件、加工法、加工時間、工具消費量などの情報が表形式で集約されている。また、図17に例示したものは、当該ワークの全加工工程における加工概要を集約したものであり、各工程における加工前後のワーク画像や加工の概要が表形式で集約されている。これらの情報により、オペレータは各工程において必要な工具や、各工程における加工内容、全加工工程の概要を素早く、しかも正確に理解することができる。

【0041】前記モーションデータ生成処理部14は、NC工作機械に設けられたサーボ機構などを直接駆動するためのモーションデータを生成する処理部であり、加工関連情報記憶部12に格納されたツールパスデータを基に前記モーションデータを生成し、生成したモーションデータを、出入力インターフェース21を介してNC工作機械の各作動部21に出力するとともに、モーションデータ記憶部15に格納する。NC工作機械の各作動部21は受信したモーションデータに従って駆動され、これによりワークが加工される。尚、かかるモーションデータ生成処理部14が請求項4に云う実行処理部とし

ての役割を果たす。

【0042】また、加工関連情報書換処理部13は、前記加工関連情報記憶部12に格納されたデータを変更する処理部であり、前記入力装置19からデータの入力を受けてこれを実行する。尚、このようにして加工関連情報が変更されると、工具データベース8、加工条件データベース9に格納されたデータの内、前記変更に関係したデータが、工具・加工条件データベース更新処理部7によって更新される。このデータ更新機能により、実加工によって得られた知見を次回の加工に反映させることができる、即ち、学習機能を持たせることができる。また、工具・加工条件データベース更新処理部7は、前記入力装置19からデータの入力を受けて、工具データベース8、加工条件データベース9に格納されたデータを更新するようになっている。

【0043】また、本例では前記NC加工プログラム生成処理部16が設けられており、上記のようにして生成されたツールパスデータからNC加工プログラムを生成することができるようになっている。NC加工プログラム生成処理部16は、前記加工関連情報記憶部12に記憶されたツールパスデータを基に、一般的に使用されるNC加工プログラム（例えば、ISOフォーマット）を生成する処理部であり、生成されたNC加工プログラムはNC加工プログラム記憶部17に格納される。

【0044】また、前記出力装置20は、ディスプレイや印字装置並びにフロッピーディスクなどの記録媒体にデータを格納する装置からなり、前記CADデータ記憶部2、形状データ記憶部4、工程・加工モデルデータ記憶部6、工具データベース8、加工条件データベース9、加工関連情報生成用基礎データ記憶部11、加工関連情報記憶部12、モーションデータ記憶部15、NC加工プログラム記憶部17に格納された各データをディスプレイに表示したり、印字装置によってプリントアウトしたり、フロッピーディスクなどの記録媒体に格納したりすることができるようになっている。従って、オペレータは加工関連情報記憶部12に格納された加工関連情報をディスプレイに表示させたり、印字装置によってプリントアウトしてこれを分析した後、上記修正処理を行うことができる。尚、かかる出力装置23が、請求項1乃至3に云う出力手段としての役割を果たす。また、NC加工プログラムを記録媒体に格納し、これを介して他のNC工作機械で当該NC加工プログラムを実行させることができる。

【0045】以上詳述したように、本例の数値制御装置1によれば、ワークの特徴形状に関するデータや、使用工具、切削条件といった加工法に関するデータなどを、オペレータが入力する必要が無く、したがって、かかるデータ入力の時間が不要であり、このため、ツールパスデータを迅速に生成することができ、ひいてはワークを迅速に加工することができるという効果が奏される。ま

た、人為的な入力ミスも起こり得ないため、かかる入力ミスによってワークが不良品となったり、或いは治工具が損傷するといった問題が生じることもない。特に、金型加工のような一品製作となる加工においてはそのメリットが大きい。

【0046】また、加工の段取りに必要な情報を含む加工関連情報を自動的に生成することができるので、作業シートの作成作業における人為的なミスを防止し、その合理化を図ることが出来る。また、このようにして生成される加工関連情報を活用することで、加工の際の段取りを容易且つ短時間の内に行うことができ、更に、加工時間を予め把握することにより、最適な加工時間帯（昼間又は夜間）を選択するといったことも可能となる。即ち、短時間で加工が終了すると判れば有人運転時間中に加工を行い、その終了後に、次のワークの加工又は段取りを行なうことができ、生産性が向上する。一方、加工に長時間を要すると判れば夜間の無人運転時間帯を選択して加工を行うことができる。また、必要工具本数や加工時間が判ることからワーク完成にかかる費用を加工前に算出することができるので、費用見積を素早く提出することができる。

【0047】以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の具体的な態様がこれに限定されるものでないことは言うまでもない。例えば、上例では、形状データ生成処理部3、工程・加工モデルデータ生成処理部5、工具・加工条件データベース更新処理部7、加工関連情報生成処理部10、加工関連情報書換処理部13、モーションデータ生成処理部14及びNC加工プログラム生成処理部16の各処理部、CADデータ記憶部2、形状データ記憶部4、工程・加工モデルデータ記憶部6、工具データベース8、加工条件データベース9、加工関連情報生成用基礎データ記憶部11、加工関連情報記憶部12、モーションデータ記憶部15及びNC加工プログラム記憶部17の各記憶部からなる加工関連情報生成装置をNC工作機械の数値制御装置1内に組み込んだ構成としたが、この加工関連情報生成装置を数値制御装置1とは別に、独立した装置として構成しても良い。尚、この場合にも、上述した入出力インターフェース18や、この入出力インターフェース18に接続される入力装置19及び出力装置20を設けるのが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る数値制御装置の主要な構成を示すブロック図である。

【図2】本実施形態の工程・加工モデルデータ生成処理部における処理手順を示したフローチャートである。

【図3】本実施形態の加工関連情報生成処理部における処理手順を示したフローチャートである。

【図4】本実施形態の形状データ生成処理部における処理を説明するための説明図である。

【図 5】本実施形態の工程・加工モデルデータ生成処理部における特徴抽出処理を説明するための説明図である。

【図 6】本実施形態の工程・加工モデルデータ生成処理部における特徴抽出処理を説明するための説明図である。

【図 7】本実施形態の工程・加工モデルデータ生成処理部における特徴抽出処理を説明するための説明図である。

【図 8】本実施形態の工程・加工モデルデータ生成処理部における特徴抽出処理を説明するための説明図である。

【図 9】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

【図 10】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

【図 11】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

【図 12】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

【図 13】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

る。

【図 14】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

【図 15】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

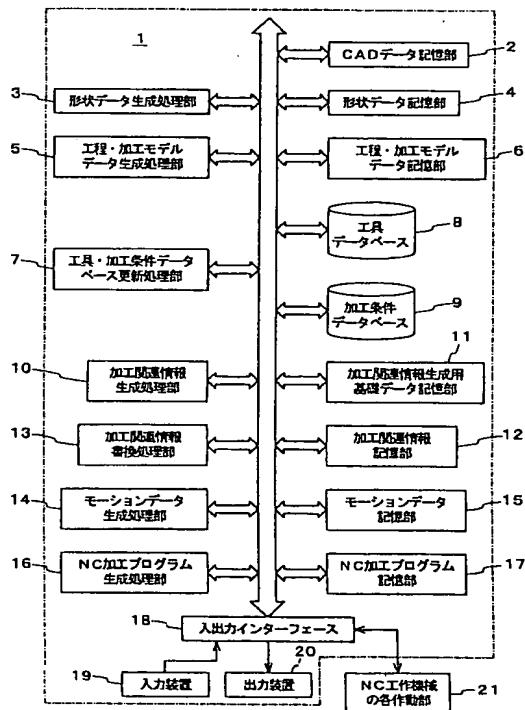
【図 16】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

【図 17】本実施形態の加工関連情報生成処理部において生成される加工関連情報の一例を示した説明図である。

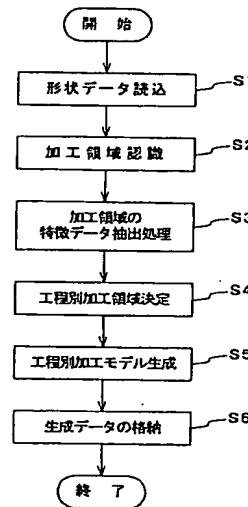
【符号の説明】

1	数値制御装置
3	形状データ生成処理部
5	工程・加工モデルデータ生成処理部
8	工具データベース
9	加工条件データベース
10	加工関連情報生成処理部
12	加工関連情報記憶部
14	モーションデータ生成処理部
16	N C加工プログラム生成処理部
19	入力装置
21	出力装置

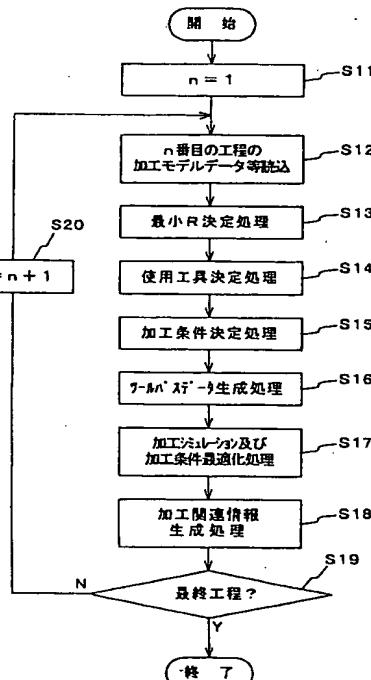
【図 1】



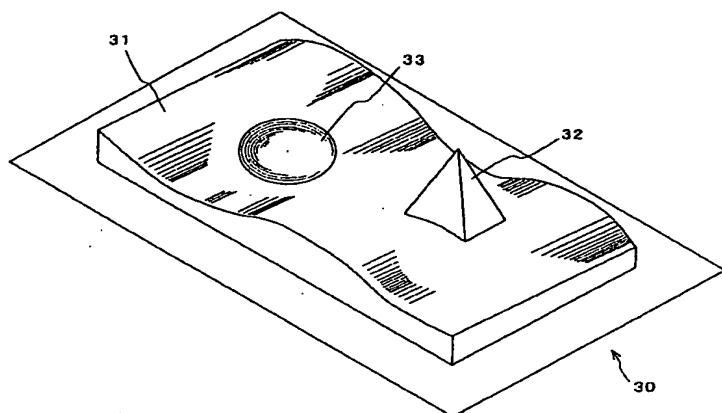
【図 2】



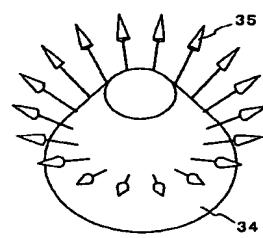
【図 3】



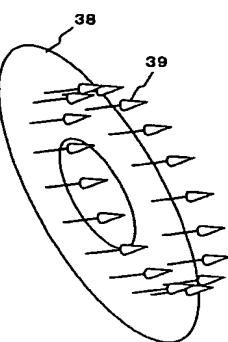
【図4】



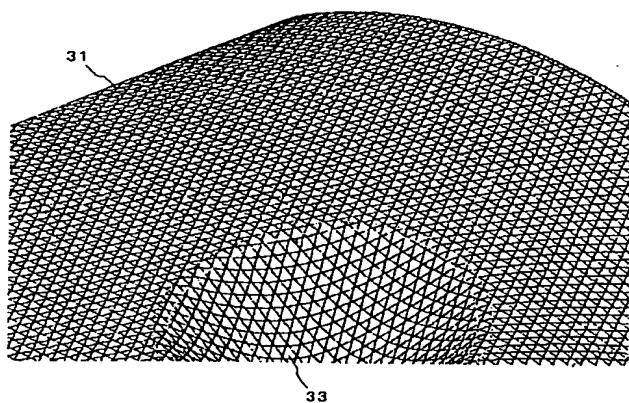
【図6】



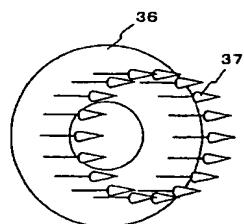
【図8】



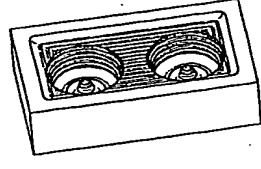
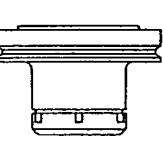
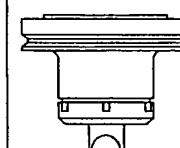
【図5】



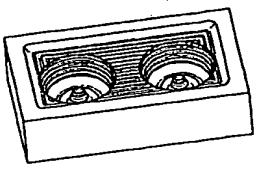
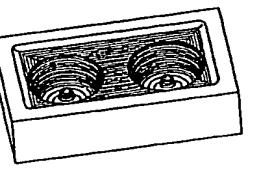
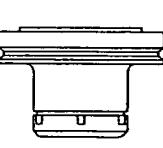
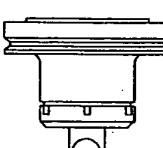
【図7】



【図9】

作業番号 00001(平坦部荒加工), 00002(ポケット荒加工 1), 00002(ポケット荒加工 2)					
加工前形状		加工後形状			
					
工具番号	*****	補正番号	*****	コレット	*****
ホルダー	*****	刃具	*****	エクスパンション	****
メーカ	*****	メーカ	*****	メーカ	*****
					
工具径	20mm				
全長	100mm				
刃長	24mm				
シャンク径	20mm				
刃数	2	突き出し量	50mm		

【図10】

作業番号 00004(中仕上げ)					
加工前形状		加工後形状			
					
工具番号	*****	補正番号	*****	コレット	*****
ホルダー	*****	刃具	*****	エクスパンション	****
メーカ	*****	メーカ	*****	メーカ	*****
					
工具径	20mm				
全長	100mm				
刃長	24mm				
シャンク径	20mm				
刃数	2	突き出し量	50mm		

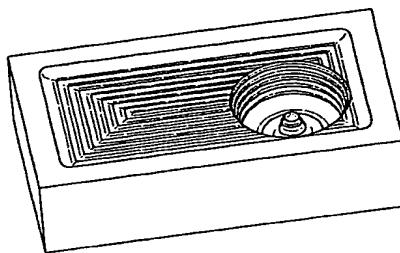
【図11】

作業番号 00005 (仕上加工)			
加工前形状		加工後形状	
工具番号	*****	補正番号	*****
ホルダー	*****	刃具	*****
メーカー	*****	メーカー	*****
工具径	20mm	工具径	20mm
全長	100mm	全長	100mm
刃長	24mm	刃長	24mm
シャンク径	20mm	シャンク径	20mm
刃数	2	突き出し量	50mm

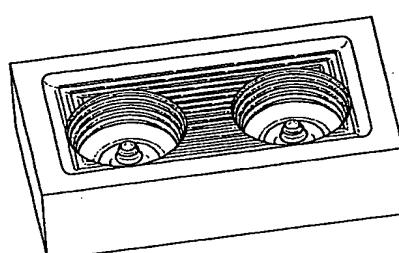
【図12】

加工作業番号		00001 (平坦部坑加工)	
工具/バフ種類	等高線加工	領域種類	閉領域
工具番号	T0001	補正番号	H0001
工具径	20mm	突き出し長さ	50mm
主軸回転数	S2000	送り速度	F1000
軸方向切込量	1mm	径方向切込量	1mm
X-Yピッチ	0	Zピッチ	2mm
アプローチ種類	円弧	アプローチ速度	F500
追げ種類	円弧	追げ送り速度	F500
切削油種類		エアーブロー	
取り残し量	0.1mm	トレランス設定	0.005mm
加工予測時間	0時間5分10秒		
切削距離	3125mm	切削除去量	625cc
工具寿命予測距離	3500mm	工具寿命予測量	750cc
刃先衝突回数	20,039回		

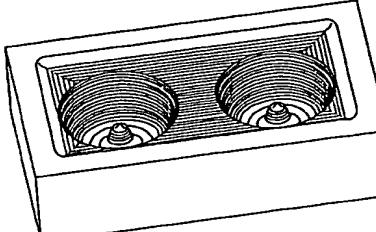
【図13】

加工作業番号	00002 (ポケット荒加工1)		
工具バス種類	等高線加工		
領域種類	閉領域		
			
工具番号	T0001	補正番号	H0001
工具径	2.0mm	突き出し長さ	5.0mm
主軸回転数	S2000	送り速度	F1000
絶対方向切込量	1mm	絶対方向切込量	1mm
X-Yピッチ	0	Zピッチ	2mm
アプローチ種類	円弧	アプローチ速度	F500
逃げ種類	円弧	逃げ送り速度	F500
切削油種類	エアーブロー		
取り残し量	0.1mm	トレランス設定	0.005mm
加工予測時間	0時間15分35秒		
切削距離	3125mm	切削除去量	625cc
工具寿命予測距離	3500mm	工具寿命予測量	750cc
刃先衝突回数	13,749回		

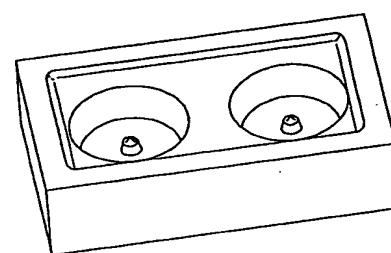
【図14】

加工作業番号	00003 (ポケット荒加工2)		
工具バス種類	等高線加工		
領域種類	閉領域		
			
工具番号	T0001	補正番号	H0001
工具径	2.0mm	突き出し長さ	5.0mm
主軸回転数	S2000	送り速度	F1000
絶対方向切込量	1mm	絶対方向切込量	1mm
X-Yピッチ	0	Zピッチ	2mm
アプローチ種類	円弧	アプローチ速度	F500
逃げ種類	円弧	逃げ送り速度	F500
切削油種類	エアーブロー		
取り残し量	0.1mm	トレランス設定	0.005mm
加工予測時間	0時間15分35秒		
切削距離	3125mm	切削除去量	625cc
工具寿命予測距離	3500mm	工具寿命予測量	750cc
刃先衝突回数	13,749回		

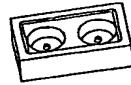
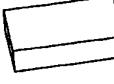
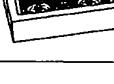
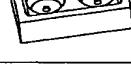
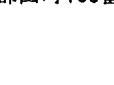
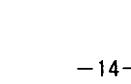
【図15】

加工工作番号	00004 (中仕上げ加工)		
工具バス種類	等高線加工		
領域種類	閉領域		
			
工具番号	T0002	補正番号	H0002
工具径	16mm	突き出し長さ	50mm
主軸回転数	S5000	送り速度	F2000
輻方向切込量	0.5mm	径方向切込量	0.5mm
X-Yピッチ	0	Zピッチ	1mm
アプローチ種類	円弧	アプローチ速度	F500
進行種類	円弧	進行送り速度	F500
切削油種類	エアーブロー		
取り残し量	0.1mm	トレランス設定	0.005mm
加工予測時間	0時間30分35秒		
切削距離	3125mm	切削除去量	95cc
工具寿命予測距離	3500mm	工具寿命予測量	750cc
刃先衝突回数	85,236回		

【図16】

加工工作番号	00005 (仕上げ加工)		
工具バス種類	等高線加工		
領域種類	閉領域		
			
工具番号	T0003	補正番号	H0003
工具径	10mm	突き出し長さ	50mm
主軸回転数	S8000	送り速度	F4000
輻方向切込量	0.1mm	径方向切込量	0.1mm
X-Yピッチ	0	Zピッチ	0.2mm
アプローチ種類	円弧	アプローチ速度	F500
進行種類	円弧	進行送り速度	F500
切削油種類	エアーブロー		
取り残し量	0mm	トレランス設定	0.005mm
加工予測時間	0時間50分20秒		
切削距離	3125mm	切削除去量	55cc
工具寿命予測距離	3500mm	工具寿命予測量	750cc
刃先衝突回数	158,674回		

【図17】

加工前(素材)形状	加工後(最終)形状	材質	*****
		総加工時間	1時間57分15秒
		素材	*****
		予想面粗度	*****
		実切削長	
		工具衝突回数	
		工具	φ20mmBN
		加工時間	0時間5分10秒
		平坦部粗加工	
		予想面粗度	100 μm
		実切削長	3125mm
		工具衝突回数	20,039回
		工具	φ20mmBN
		加工時間	0時間15分35秒
		ドット荒加工1	
		予想面粗度	100 μm
		実切削長	3125mm
		工具衝突回数	13,749回
		工具	φ20mmBN
		加工時間	0時間15分35秒
		ドット荒加工2	
		予想面粗度	100 μm
		実切削長	3125mm
		工具衝突回数	13,749回
		工具	φ16mmBN
		加工時間	0時間30分35秒
		中仕上げ加工	
		予想面粗度	10 μm
		実切削長	3125mm
		工具衝突回数	85,236回
		工具	φ10mmBN
		加工時間	0時間50分20秒
		仕上げ加工	
		予想面粗度	2 μm
		実切削長	3125mm
		工具衝突回数	158,674回

フロントページの続き

(72)発明者 角野 充彦

奈良県大和郡山市北郡山町106番地 株式
会社森精機製作所内

F ターム(参考) 5H269 AB01 AB19 EE01 EE11 KK03

QA02 QA05 QB15 QC06 QD06